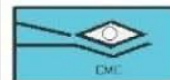
OPTICA GEOMETRICA

FÍSICA





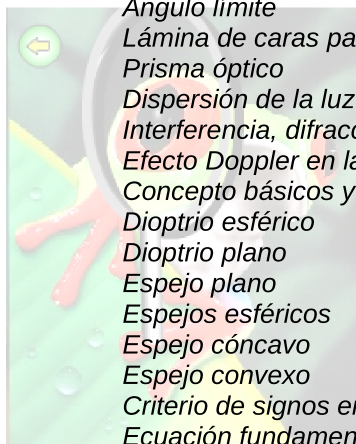
CLUB DE MATEMÁTICAS Y CIENCIAS
San Dieguito Tex. Méx. tel (01595) 9234043

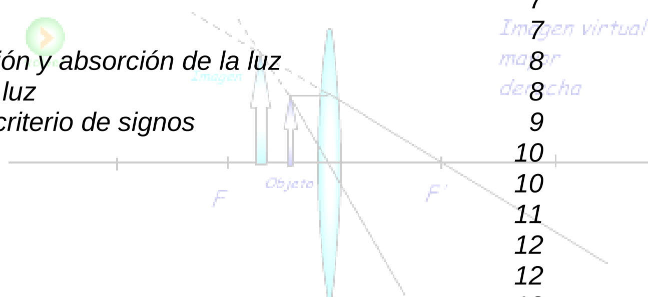


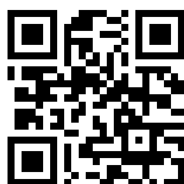
Óptica Física y Geométrica

INDICE

Diversas teorías acerca de la luz 1
Propagación de las ondas electromagnéticas 3
Ondas electromagnéticas. La luz. 3
Índice de refracción de la luz 4
Reflexión de la luz 5
Refracción de la luz 5
Ángulo límite 6
Lámina de caras paralelas 7
Prisma óptico 7
Dispersión de la luz 7
Interferencia, difracción y absorción de la luz 8
Efecto Doppler en la luz 8
Concepto básicos y criterio de signos 9
Dioptrio esférico 10
Dioptrio plano 10
Espejo plano 11
Espejos esféricos 12
Espejo cóncavo 12
Espejo convexo 13
Criterio de signos en espejos esféricos 13
Ecuación fundamental del espejo esférico 13
Aumento lateral 13
Lentes delgadas 13
Construcción de imágenes en lentes delgadas 14
Criterio de signos 14
Ecuación del fabricante de lentes 14
Aumento lateral de una lente 14
Potencia de una lente 15
El ojo 15
La lupa 16
El microscopio 16
La cámara réflex 16
El telescopio 17







Accede desde tu móvil

DIVERSAS TEORÍAS ACERCA DE LA LUZ

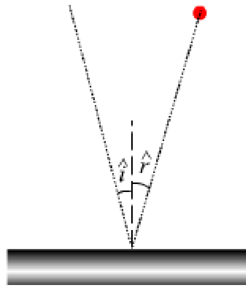


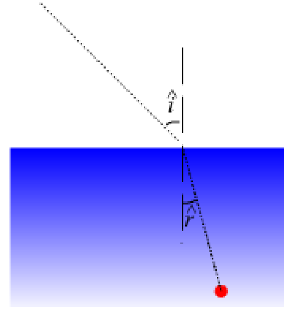
Isaac Newton

La luz está compuesta por corpúsculos lo que explica su propagación en línea recta.

La reflexión se explica porque estos corpúsculos chocan con un medio en el que no pueden penetrar.

La refracción se explica porque existe una fuerza que en el segundo medio (por ejemplo el agua) tira de estos corpúsculos hacia abajo. Tendría que propagarse la luz más ráplido en el agua que en el aire.



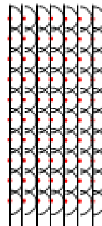


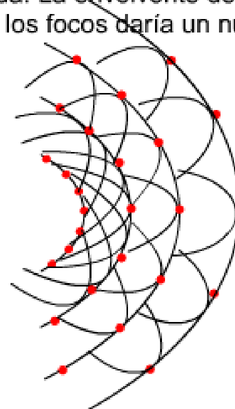


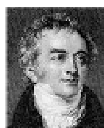
Christian Huygens

Formula un modelo ondulatorio para la luz en el que considera a ésta como una onda material que se propaga en el vacío a través del éter.

Considera que cada punto del medio alcanzado por el frente de onda actúa como un foco de una nueva onda. La envolvente de todos los frentes de onda producidos por todos los focos daría un nuevo frente de onda.







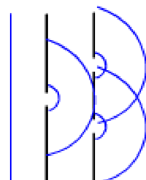
Thomas Young

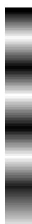
Sus estudios sobre interferencias luminosas utilizando la doble rendija apoyan el carácter ondulatorio de la luz. No obstante considera que las ondas luminosas son longitudinales.

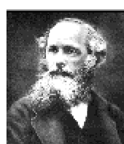
Agustin Fresnel



Sus estudios sobre interferencias luminosas demuestran los fallos de la concepción corpuscular de la luz e introduce el concepto de onda transversal para la misma. Al final convence a Young para que acepte la teoría de ondas transversales para la luz.

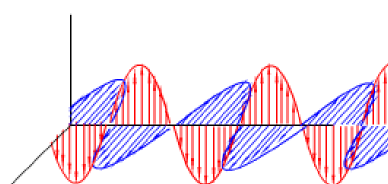


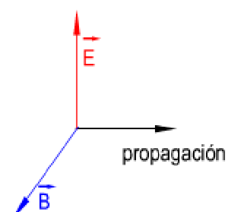




James Clerk Maxwell

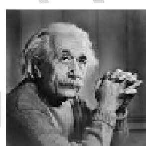
Considera que la luz es una onda electromagnética. Un campo eléctrico y un campo magnético perpendiculares entre si tienen una variación armónica y ambos se propagan por el espacio sin necesidad de un medio material. De tal forma las variaciones de E y B se autosostienen.





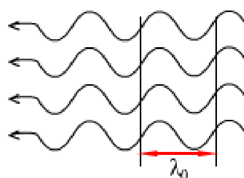
$$c = \frac{1}{\sqrt{\varepsilon_0 \mu_0}}$$

Esta expresión coincide con el valor de la velocidad de propagación de las ondas electromagnéticas en el vaío



Albert Einstein

Su explicación del efecto fotoeléctrico abre de nuevo la puerta a considerar la luz como corpúsculos o cuantos de energía a los que llama fotones. Los fotones serían los que arrancaran los electrones de un metal cuando (con la energía mínima necesaria) inciden sobre su superficie.
Cada sustancia hay una frecuencia mínima por debajo de la que no se produce este fenómeno.
Una vez que la radiación tiene la frecuencia umbral o superior la emisión de electrones aumenta cuanto mayor es la intensidad luminosa.s



$$f_0 = \frac{c}{\lambda_0}$$

$$E_0 = h \cdot f_0$$

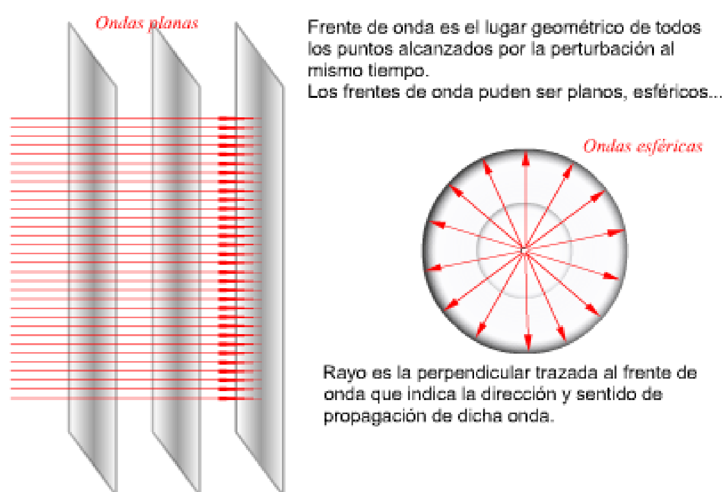
Energía umbral

Esta onda ha de tener una determinada longitud lo que implica también una frecuencia adecuada por debajo de la que el efecto fotoeléctrico no tiene lugar.

CC BY NC ND

Propagación de las ondas electromagnéticas

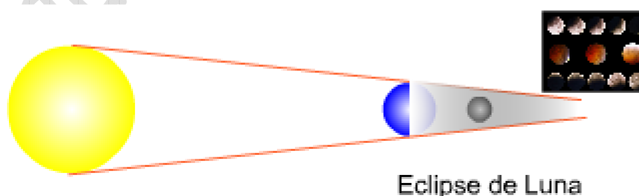
Las ondas electromagnéticas se propagan en línea recta en un mismo medio. Su velocidad de propagación es en el vacío c.



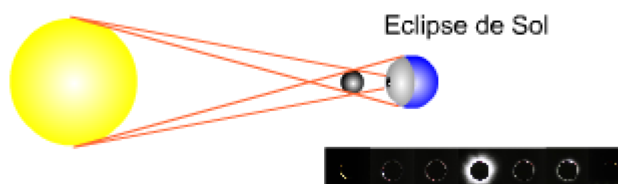
Ondas electromagnéticas. La luz

La luz visible es un conjunto de radiaciones electromagnéticas cuyas frecuencias están comprendidas entre $3{,}84 \cdot 10^{14}$ Hz y $7{,}89 \cdot 10^{14}$ Hz y sus longitudes de onda en el vacío entre $7{,}8 \times 10^{-7}$ m – $3{,}8 \times 10^{-7}$ m (del rojo al violeta. La radiación de menor energía (infrarrojo) o de mayor energía (ultravioleta) no es visible para el ojo humano.

La luz se propaga en linea recta cuando lo hace por un mismo medio sin encontrar obstáculos en su camino. Debemos tener en cuenta que un obstáculo puedes ser un cuerpo opaco o algo cuyo efecto gravitatorio curve los rayos luminosos.



Sin embargo podemos considerar con bastante certeza que la luz se mueve en línea recta para explicar fenómenos tales como los eclipses (solar o lunar) y la formación de sombras y penumbras.

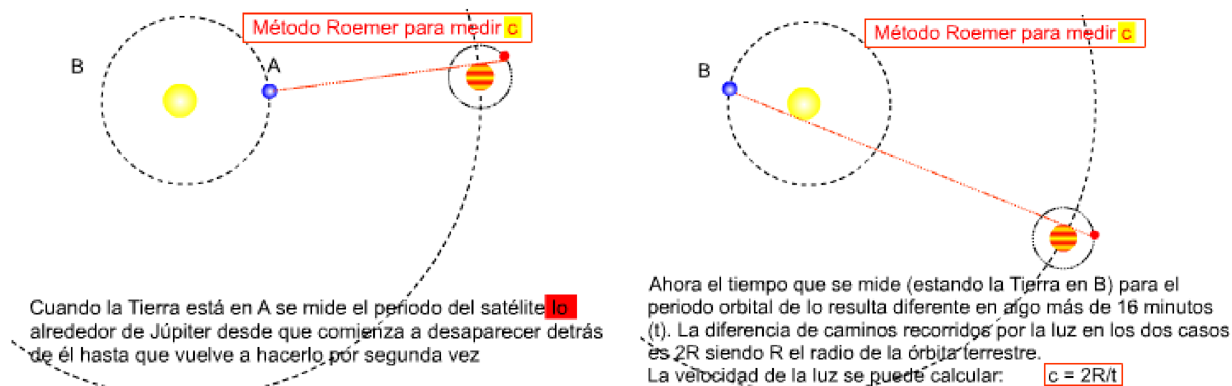


La velocidad de la luz se ha intentado medir desde el siglo XVII. Galileo lo intentó tratando de medir el retraso que se observaba al ver el destello de una linterna que se destapaba a una gran distancia. El hecho de acumular fracasos solo hizo pensar a estos científicos que la luz se propagaba a una gran velocidad y no de forma instantánea como pensaban los mas antiguos.

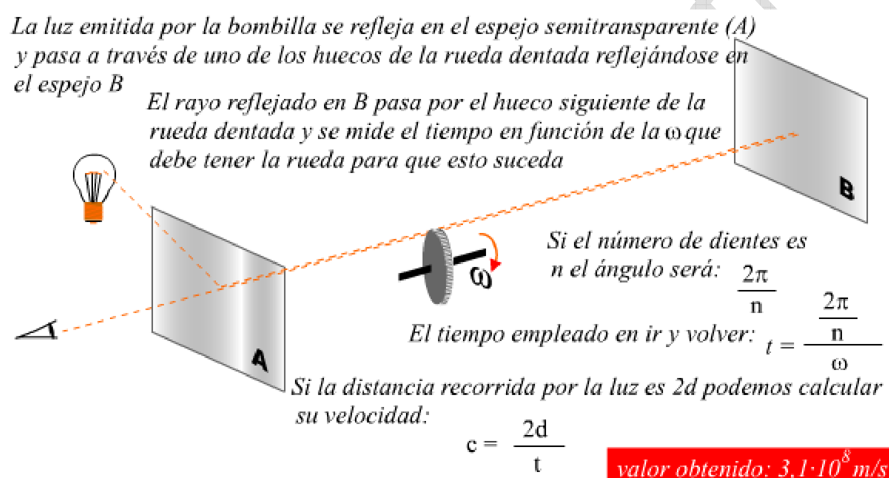
Luego Roemer intentó medir la velocidad de la luz usando la diferencia que se observaba entre dos eclipses de las lunas de Júpiter observados desde la Tierra cuando esta ocupaba posiciones diferentes. La distancia recorrida por la luz en exceso en un caso respecto de otro era casi el doble del radio de la órbita terrestre, el tiempo de diferencia era de unos mil segundos con lo que la velocidad de la luz obtenida sería la que se acepta hoy, sin embargo un error en las mediciones dejo el resultado en $2{,}1 \cdot 10^{8}$ m/s.

http://fisicayquimicaenflash.es

CC BY NC ND



El experimento realizado por Fizeau fue el primero que dio una medida aproximada de la velocidad de la luz. El experimento consistía en hacer pasar un rayo reflejado en una superficie semitransparente que luego incide sobre un espejo, a través de dos dientes de una rueda dentada tal y como indica la figura. El recorrido debe ser de unos cientos de metros y a partir de ahí se calcula la velocidad de la luz.



Este experimento se mejoró mas tarde utilizando una rueda con espejos en lugar de con dientes. Fue Michelson quien lo hizo. En la actualidad se acepta como velocidad de la luz en el vacío $2{,}99702456 \cdot 10^8$ m/s lo que se aproxima bastante al valor $3 \cdot 10^8$ m/s

Índice de refracción

El índice de refracción absoluto es el cociente entre la velocidad de la luz en el vacío y la velocidad de la luz en ese medio. ***n* = *c* / v** . Como se ve es adimensional y su valor deberá ser siempre mayor o igual a la unidad en el aire puesto que en cualquier otro medio la velocidad de la luz es menor que en el vacío. Teniendo en cuenta que la velocidad de una onda es igual al producto de su longitud por su frecuencia:

$$c = \lambda_0 \cdot f$$

$$v = \lambda \cdot f$$

Pues se sabe que **cuando la luz cambia de medio conserva su frecuencia** con lo que tiene que variar el valor de la longitud de onda.

$$n = c / v = (\lambda_0 \cdot f) / (\lambda \cdot f) = \lambda_0 / \lambda$$

cc BY NC ND

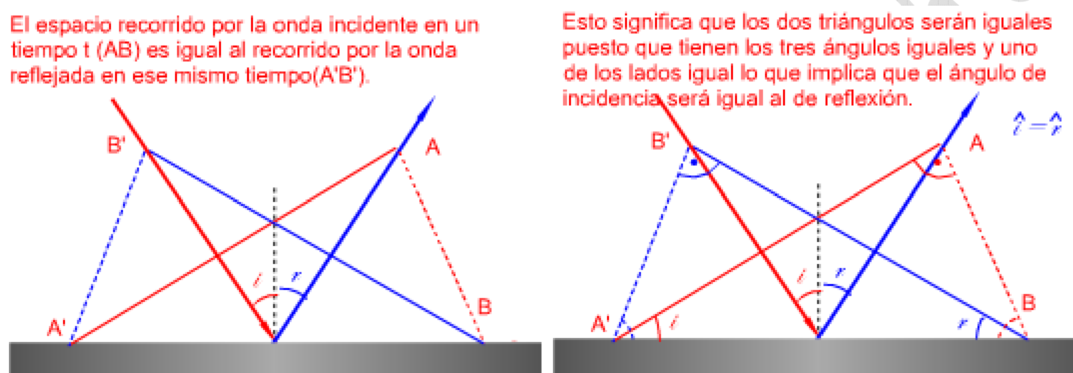
El índice de refracción relativo entre los medios 1 y 2 se define como el cociente entre los índices de refracción en el medio 1 y el del medio 2

$$n_{1,2} = n_1 / n_2 = \lambda_2 / \lambda_1$$

Reflexión de la luz

Cuando la luz se propaga por un medio y llega a la superficie de separación con otro medio pero no puede pasar al segundo vuelve hacia el medio de procedencia. Este fenómeno se llama reflexión y se rige por las leyes de la reflexión. Son las siguientes:

1. El rayo incidente, el rayo reflejado y la normal en el punto de incidencia están en el mismo plano.
2. El ángulo de incidencia y el de reflexión son iguales.



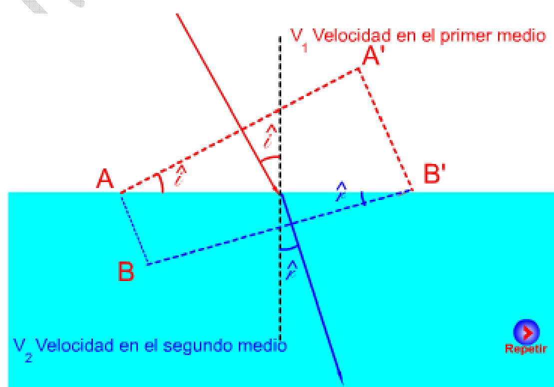
Refracción de la luz

Es el fenómeno por el cual la luz que procede de un medio 1 en el que se propaga con una velocidad $v_1$pasa a un medio 2 en el que se propaga con una velocidad v_2

Esto implica un cambio de dirección en el rayo luminoso acercándose a la normal cuando el índice de refracción es mayor en el segundo medio o alejándose si el índice de refracción en el segundo medio es menor.

Leyes de la refracción:

1. El rayo incidente, el rayo refractado y la normal en el punto de incidencia están en el mismo plano.
2. El producto del índice de refracción en cada medio por el seno del ángulo que forma el rayo con la normal en el punto de incidencia es constante (invariante de refracción)



El tiempo que tarda la onda en recorrer A'B' es el mismo que el que tarda en recorrer AB.

$$sen\ (i) = \frac{A'B'}{BB'} = \frac{v_1 \cdot t}{BB'}$$

$$sen\ (r) = \frac{AB}{BB'} = \frac{v_2 \cdot t}{BB'}$$

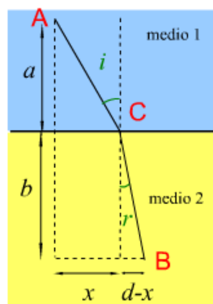
$$\frac{sen\ (i)}{sen\ (r)} = \frac{v_1}{v_2} = \frac{v_1 \cdot c}{v_2 \cdot c} = \frac{c / v_2}{c / v_1} = \frac{n_2}{n_1}$$

$$n_1\ sen\ (i) = n_2\ sen\ (r)$$

Ley de Snell para la refracción

CC BY NC ND

También se puede demostrar la segunda ley de la refracción (ley de Snell para la refracción) aplicando el principio de Fermat que establece que el camino óptico (en tiempo) es mínimo.



Para ir desde A hasta B el rayo recorre el camino mas corto (en tiempo)

$$\frac{AC}{v_1}+\frac{CB}{v_2}=t_1+t_2=t$$

es decir:

$$\frac{\sqrt{a^2+x^2}}{v_1}+\frac{\sqrt{b^2+(d-x)^2}}{v_2}=t$$

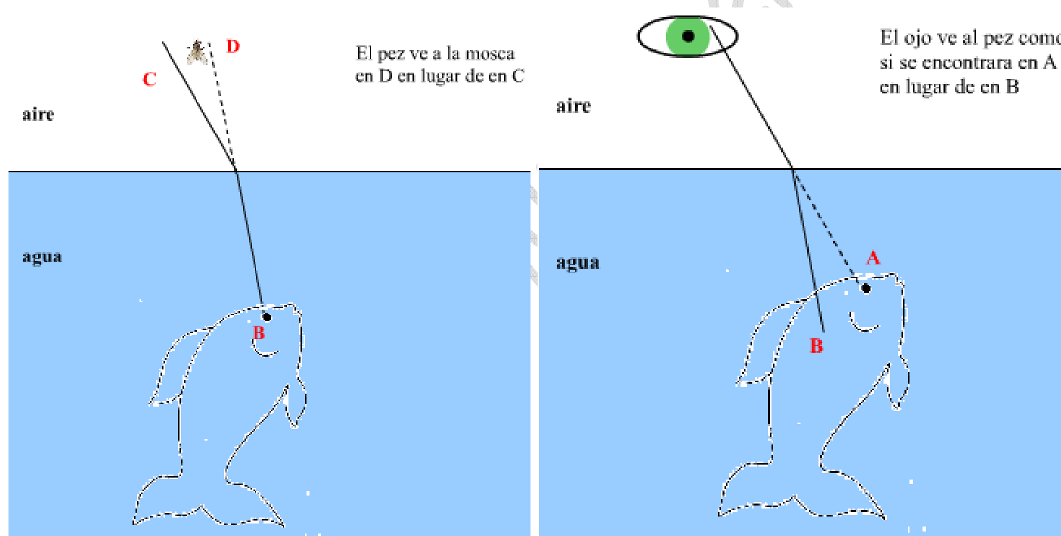
t será mínimo cuando su derivada respecto de x sea 0

$$\frac{dt}{dx}=\frac{x}{v_1\sqrt{a^2+x^2}}+\frac{(d-x)}{v_2\sqrt{b^2+(d-x)^2}}=0$$

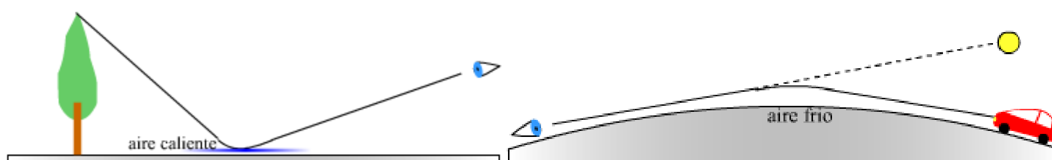
multiplicando por c y teniendo en cuenta que n=c/v:

$$n_1 \operatorname{sen} i = n_2 \operatorname{sen} r$$

El fenómeno de refracción es el causante de que nuestro cerebro nos haga ver cosas donde no las hay. Por ejemplo esa es la causa de que cuando miramos una cucharilla sumergida en parte en el agua se ve como si se hubiera doblado.



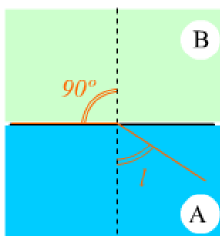
También es la causa de la formación de espejismos al variar el índice de refracción de las distintas capas de aire que se encuentran a diferentes temperaturas.



La luz procedente del árbol sufre refracciones sucesivas al pasar por distintas capas de aire a diferente temperatura hasta que acaba produciéndose una reflexión lo que hace que el observador lo interprete como una reflexión en agua. Cuando el aire está frío cerca del suelo lo cual sucede en la noche, la luz procedente de los faros del coche sufre el efecto contrario con lo que el observador la percibe como si procediese de lo alto (¿avistamiento de un OVNI?).

http://fisicayquimicaenflash.es

CC BY NC ND



Supongamos la luz que pasa de un medio (A) a otro (B). Se cumple siempre que

$$n_a \text{ sen}\,\alpha = n_b \text{ sen}\,\beta$$

Lo que significa que al aumentar el ángulo en el medio (A) lo irá haciendo el del medio (B) hasta que el ángulo sea tal que el rayo no pase al otro medio y se produzca la reflexión total

Se puede calcular el valor del ángulo límite:

$$n_a \text{ sen}\,l = n_b \text{ sen}\,90$$

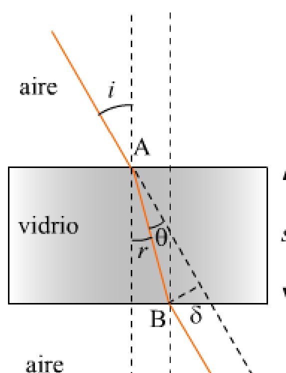
$$\text{sen}\,l = \frac{n_b}{n_a}$$

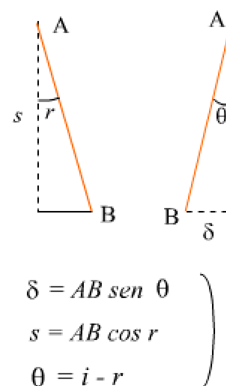
Ángulo límite

Hemos visto que cuando la luz cambia de un medio a otro en el que se propaga a distinta velocidad cambia de dirección separándose de la normal en caso de que el índice de refracción sea menor en el segundo medio que en el primero o bien acercándose a ella en caso de que el índice de refracción sea mayor en el segundo medio que en el primero.

Lámina de caras paralelas

Cuando la luz pasa de un medio a otro sufre una refracción. Si el segundo medio está separado del otro por superficies paralelas de forma que el rayo vuelve al medio inicial decimos que se trata de un dioptrio plano y se cumple que el rayo incidente y el emergente son paralelos. Podemos demostrar que los rayos incidente y emergente son paralelos así como el valor de la desviación del rayo emergente respecto del incidente.

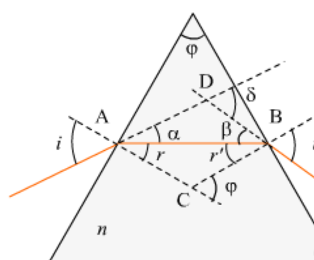




$$\delta = AB \text{ sen}\,\theta$$
$$s = AB \cos r$$
$$\theta = i - r$$

la desviación respecto del rayo incidente será:

$$\delta = \frac{s \cdot \text{sen}\,(i - r)}{\cos r}$$



En el triángulo ABC se puede deducir que:

$$r + r' = \varphi$$

En el triángulo ABD se puede deducir que:

$$\alpha + \beta = \delta$$
$$\alpha = i - r$$
$$\beta = i' - r'$$

el rayo emergente se desvía respecto del incidente:

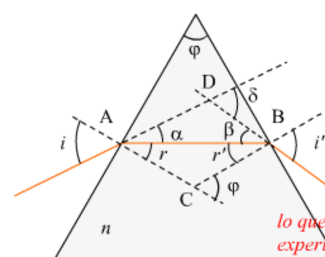
$$\delta = i + i' - (r + r')$$
$$\delta = i + i' - \varphi$$

$$\text{sen}\,i = n \text{ sen}\,r$$
$$n \text{ sen}\,r' = \text{sen}\,i'$$
$$n = \frac{\text{sen}\,i}{\text{sen}\,r} = \frac{\text{sen}\,i'}{\text{sen}\,r'}$$

Prisma óptico

Se trata de un medio transparente limitado por superficies planas no paralelas. El rayo incidente y el emergente forman un ángulo de emergencia que se puede calcular con cierta facilidad.

También se puede calcular el índice de refracción del prisma teniendo en cuenta el ángulo de desviación mínima y el ángulo de dos caras del prisma:



como:

$$n = \frac{\text{sen}\,i}{\text{sen}\,r}$$

$$n = \frac{\text{sen}\,\frac{\delta_m + \varphi}{2}}{\text{sen}\,\frac{\varphi}{2}}$$

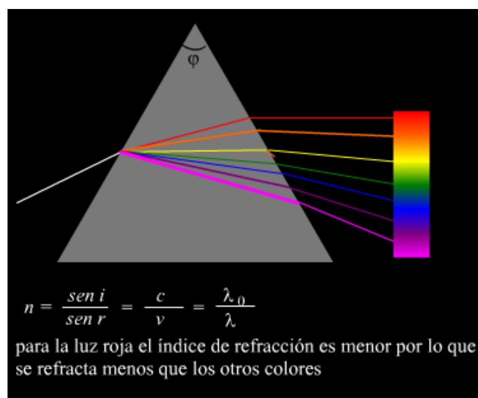
lo que nos permite determinar experimentalmente el valor de n

La desviación es mínima cuando $i = i'$ lo que significa que $r = r'$ y que:

$$\varphi = r + r' = 2r$$
$$\delta_m = i + i' - \varphi = 2\,i - \varphi$$

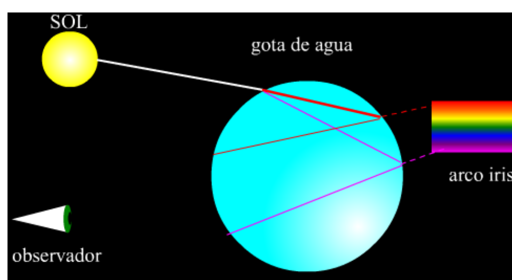
CC BY NC ND

Dispersión de la luz

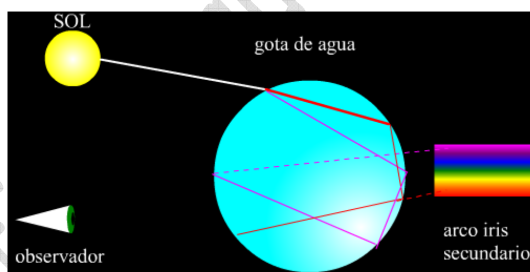


La luz visible está formada en la mayor parte de los casos por una mezcla de radiaciones de distintas longitudes de onda. Así la luz blanca es una mezcla de todas las ondas electromagnéticas del espectro visible (del rojo al violeta). Las distintas radiaciones tienen distintas frecuencias y distintas longitudes de onda. Al atravesar un prisma óptico cada una de estas radiaciones es desviada en distinta forma ya que el índice de refracción es diferente para cada color debido a que cada uno de ellos se propaga a distinta velocidad en un medio diferente del vacio o del aire.

De esta forma se puede explicar la formación del arco iris



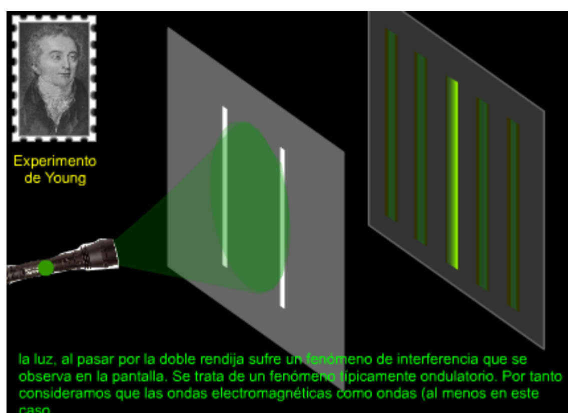
También se explica la formación del arco iris secundario cuando se produce una doble reflexión de la radiación luminosa en el interior de las gotas.



en la fotografía se puede observar como los dos arcos tienen el orden de colores invertido:



Interferencias, difracción y absorción de la luz



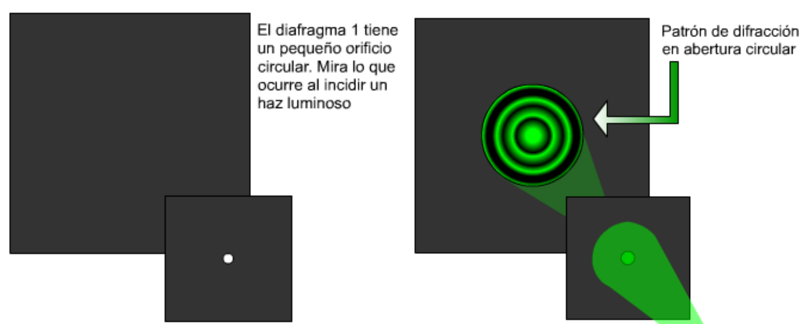
Como se ha dicho la luz tiene un comportamiento ondulatorio que justifica el fenómeno de interferencia. Precisamente este fenómeno ha sido la causa de que se considerara a la luz como una onda.

La **interferencia** de las ondas luminosas se

cc BY NC ND

observa con fuentes coherentes (igual frecuencia) lo que se consigue haciendo pasar luz procedente de un único foco a través de dos rendijas próximas. Se observa una interferencia constructiva cuando la diferencia entre las distancias recorridas por la luz procedente de los dos focos es un número entero de veces la longitud de onda, la interferencia destructiva se produce cuando la diferencia entre los caminos recorridos por las ondas sea un número impar de semilongitudes de onda.

La **difracción** es el cambio de dirección de propagación de una onda cuando encuentra un obstáculo. Para que este fenómeno se pueda observar es preciso que la rendija tenga un tamaño del orden del de la longitud de onda. Entonces los puntos del frente de onda que no son tapados por el obstáculo actúan como centros emisores de nuevos frentes de onda (recordar el principio de Huygens).



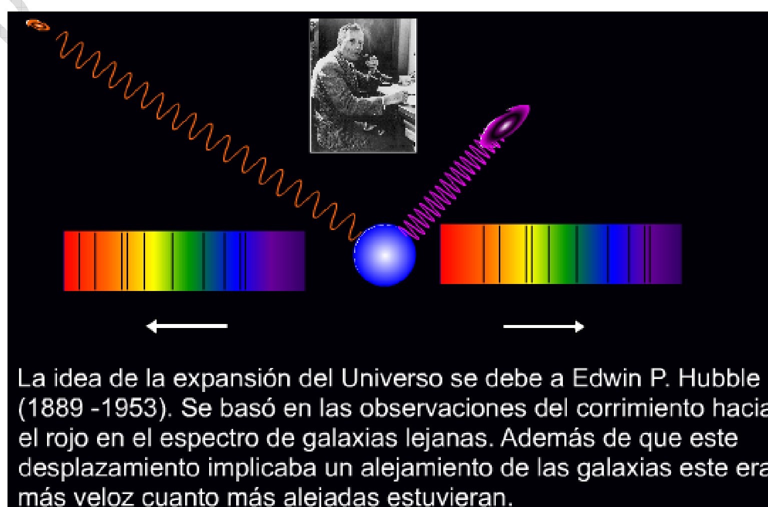
Cuando las ondas luminosas se propagan en un medio material se produce el fenómeno de absorción, es decir, van perdiendo energía. El coeficiente de absorción depende del medio y de la frecuencia de la radiación. La intensidad de una onda viene dada por:

$$I = I_0 \cdot e^{-\alpha x}$$

Donde I es la intensidad de la onda después de atravesar un medio de espesor x, I_0 la intensidad de la onda que penetra en el medio, α el coeficiente de absorción del medio.

Efecto Doppler en la luz

Lo hemos estudiado en el tema correspondiente al movimiento ondulatorio. En el caso de la luz implica una variación en la frecuencia percibida de un emisor luminoso cuando este se encuentra en movimiento con respecto al observador, el observador está en movimiento respecto al foco o ambos se mueven uno respecto del otro.



http://fisicayquimicaenflash.es

OPTICA GEOMÉTRICA

Conceptos básicos y criterio de signos

Para la construcción de imágenes en espejos y lentes hemos de tener en cuenta las siguientes consideraciones:

En un medio isótropo la luz se propaga en línea recta.

Las líneas rectas que coinciden con la propagación de la luz se llaman rayos.

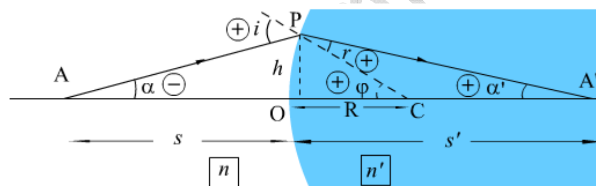
Dos rayos se cruzan y siguen su camino recto sin interferir uno con el otro.

El camino que sigue un rayo al atravesar una lente es el mismo que seguiría si se produjera en sentido inverso.

Las imágenes reales se forman donde se produce la intersección de rayos luminosos, se pueden proyectar sobre una pantalla. Las imágenes virtuales se forman en la intersección de las proyecciones de los rayos y no se pueden proyectar sobre una pantalla aunque éstas se pueden ver a simple vista.

Dioptrio esférico

Se trata de un medio transparente limitado por una superficie esférica.



aplicamos la ley de Snell para la refracción:

$$n \operatorname{sen} i = n' \operatorname{sen} r$$

teniendo en cuenta que el ángulo y el seno son casi iguales:

$$n\, i = n'\, r$$

En los triángulos APC y PCA' se puede deducir que:

$$i = \varphi - \alpha \qquad r = \varphi - \alpha' \qquad n(\varphi - \alpha) = n'(\varphi - \alpha)$$

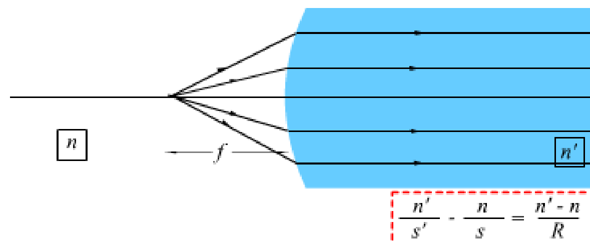
Y como el ángulo es prácticamente igual a la tangente:

$$\varphi = \frac{h}{R} \quad \alpha = \frac{h}{s} \quad \alpha' = \frac{h}{s'} \longrightarrow n\left(\frac{h}{R} - \frac{h}{s}\right) = n'\left(\frac{h}{R} - \frac{h}{s'}\right)$$

Simplificando y ordenando tenemos la ecuación del dioptrio esférico

$$\frac{n'}{s'} - \frac{n}{s} = \frac{n' - n}{R}$$

Se puede calcular el valor de la distancia focal objeto e imagen



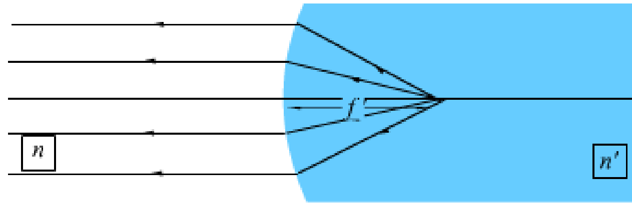
$$\frac{n'}{s'} - \frac{n}{s} = \frac{n' - n}{R}$$

El foco objeto es el punto del que salen todos los rayos que al penetrar en el dioptrio siguen paralelos al eje óptico s' = ∞

$$-\frac{n}{f} = \frac{n' - n}{R} \qquad\qquad f = -R\,\frac{n}{n' - n}$$

http://fisicayquimicaenflash.es

CC BY NC ND



El foco imagen es el punto en que convergen todos los rayos que penetran en el dioptrio paralelos al eje óptico $s = \infty$

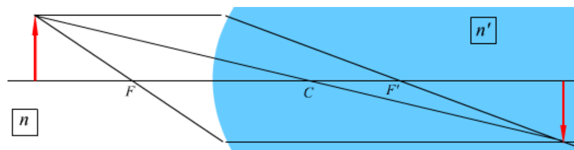
$$\frac{n'}{f'} = \frac{n' - n}{R} \qquad \boxed{f' + f = R} \qquad f' = R\,\frac{n'}{n' - n}$$

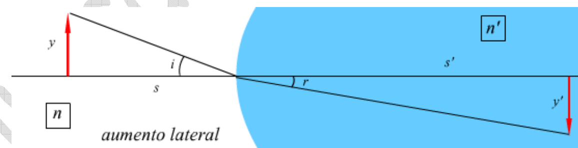
en la ecuación del dioptrio esférico si se dividen ambos miembros entre el segundo queda:

$$\frac{f'}{s'} + \frac{f}{s} = 1 \qquad \textit{Ecuación de Gauss}$$

Imagen en un dioptrio esférico

Se traza un rayo paralelo al eje que se desvía y pasa por el foco, otro rayo pasa por el centro de curvatura y, como es perpendicular a la superficie, no se desvía. El punto de corte de ambos corresponde al punto imagen.





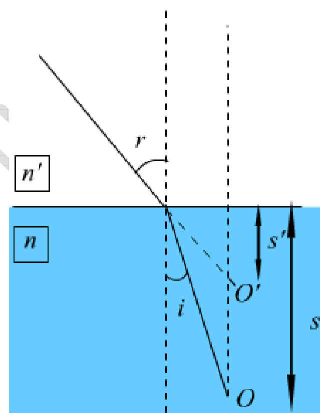
Se llama aumento lateral al cociente: $M_L = \frac{y'}{y}$

$n \operatorname{sen} i = n' \operatorname{sen} r \qquad n\ i = n'\ r \qquad i = \operatorname{tg} i = y/s \qquad r = \operatorname{tg} r = y'/s'$

$$M_L = \frac{y'}{y} = \frac{ns'}{n's}$$

Dioptrio plano

Es un caso particular del dioptrio esférico en el que el radio de curvatura es infinito.



En la ecuación del dioptrio como R es infinito:

$$\frac{n'}{s'} - \frac{n}{s} = \frac{n' - n}{\infty}$$

se puede poner: $\frac{n'}{s'} = \frac{n}{s}$

y se establece la relación entre la profundidad aparente y la real $\frac{s'}{s} = \frac{n'}{n}$

El aumento lateral será:

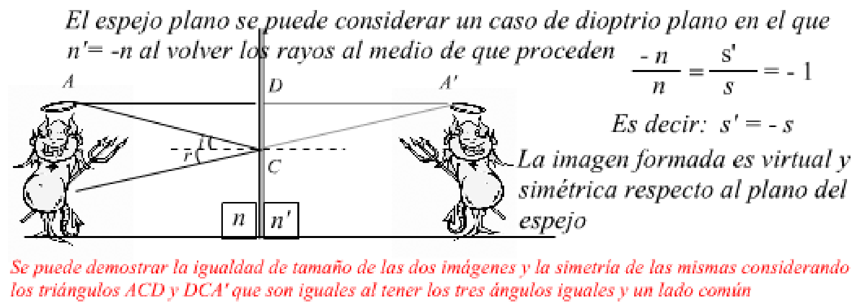
$$\frac{y'}{y} = \frac{ns'}{n's}$$

Es decir $y = y'$

Espejo plano

Son válidas las ecuaciones correspondientes a los dioptrios y en ellos consideramos la flexión como un caso particular de la refracción tomando el índice de refracción del segundo medio como el del primero cambiado de signo.

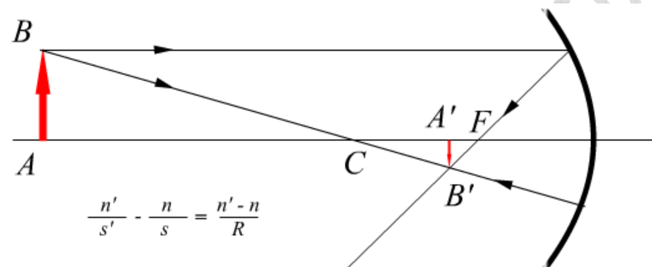
http://fisicayquimicaenflash.es



Espejos esféricos

Espejo cóncavo:

Se hace la misma consideración en ellos que en los espejos planos (índice de refracción del segundo medio el mismo que el del primero cambiado de signo.



Consideramos el espejo esférico como un dioptrio en el que el índice de refracción es (- n)

$$\frac{-n}{s'} - \frac{n}{s} = \frac{-2n}{R} \qquad \frac{1}{s'} + \frac{1}{s} = \frac{2}{R}$$

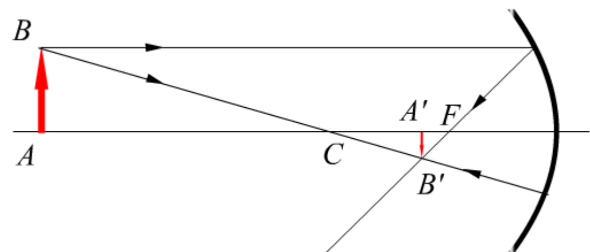
Calculamos la distancia focal teniendo en cuenta que los rayos que pasan por el foco se reflejan y salen paralelos al eje y que los rayos paralelos al eje se reflejan y pasan por el foco:

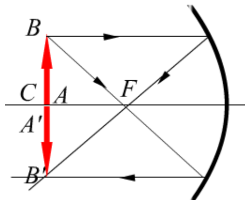
$$\frac{1}{f'} + \frac{1}{\infty} = \frac{2}{R}$$

$$\frac{1}{\infty} + \frac{1}{f} = \frac{2}{R} \qquad f = f' = \frac{R}{2}$$

Se deduce que: $\frac{1}{s'} + \frac{1}{s} = \frac{1}{f}$

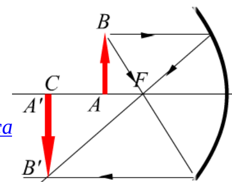
a) El objeto está a una distancia del centro de curvatura mayor que el radio, se forma una imagen real menor e invertida:





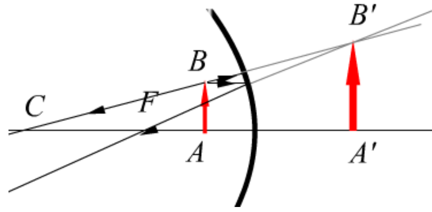
b) El objeto está en el centro de curvatura, la imagen es igual al objeto e invertida:

c) El objeto está entre el centro de curvatura y el foco. La imagen es mayor invertida y real.

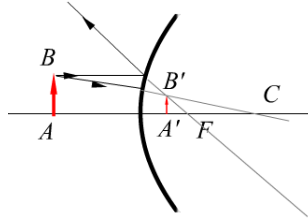




d) Si el objeto está entre el foco y la lente, la imagen es virtual mayor y derecha:



Espejo convexo



En cualquier caso la imagen es virtual menor y derecha.

Criterio de signos en espejos esféricos:

- La luz va de izquierda a derecha.
- Se considera que el vértice del espejo es el origen de coordenadas de un sistema de ejes XY
- Las longitudes de segmentos horizontales a la derecha del origen, serán positivas, a la izquierda, negativas.
- Las medidas de segmentos verticales por encima del origen positivas, por debajo negativas..

Ecuación fundamental del espejo esférico:

$$1/s + 1/s' = 1/f$$

Aumento lateral:

$$A_L = \beta = y'/y = - s'/s$$

http://fisicayquimicaenflash.es

Lentes delgadas

Una lente es un objeto transparente cuyas paredes son superficies esféricas y en algún caso planas.

Una lente se considera delgada cuando su grosor es mucho menor que sus otras magnitudes como el radio de sus caras, las distancias focales...

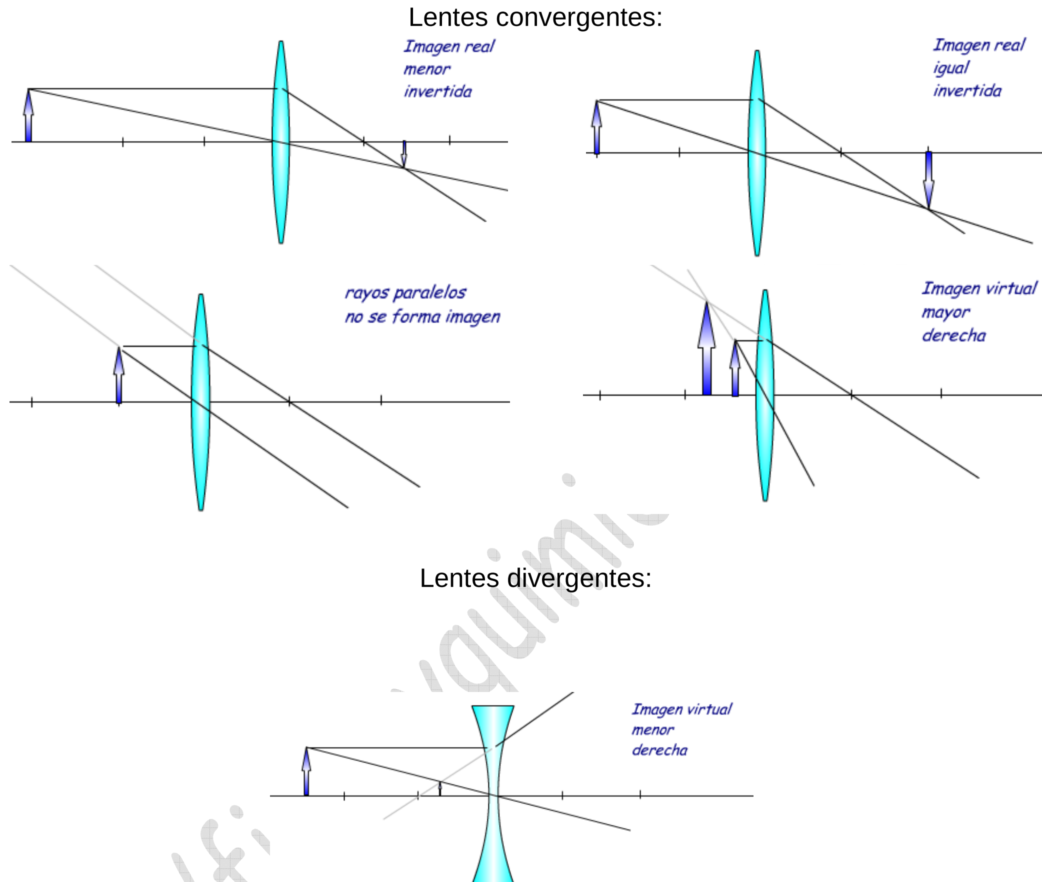
Las lentes se clasifican en: convergentes (los rayos que entran paralelos a la lente se refractan y cortan al eje en el foco) y divergentes (los rayos que entran paralelos al eje se refractan y se alejan del eje cortándolo su prolongación en el foco)

CC BY NC ND

Construcción de imágenes en lentes delgadas

Con el trazado de dos rayos basta para hacerlo, estos rayos pueden ser:

- Uno paralelo al eje óptico que se refracta pasando por el foco (convergentes) o su prolongación (divergentes)
- Un rayo que pasa por el centro geométrico de la lente y no se desvía.
- Un rayo que pasa por el foco objeto y sale refractado paralelo al eje óptico.



El criterio de signos empleado en las lentes es el siguiente:

Suponiendo que el objeto se sitúa a la izquierda de la lente y los rayos van de él hacia la derecha:

- Distancia (s) y (s') negativas a la izquierda del centro de la lente, positivas a la derecha.
- Distancias verticales (y) e (y') positivas por encima del eje de la lente, negativas por debajo.
- Distancia focal mismo criterio

Ecuación del fabricante de lentes

$$1/f' = 1/s' - 1/s$$

Aumento lateral de una lente

Se define como tal la relación entre los tamaños de la imagen y del objeto:

CC BY NC ND

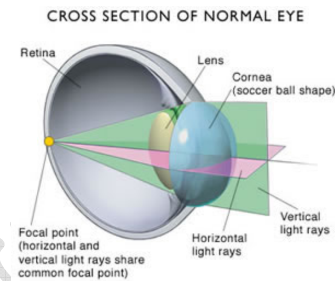
$$y'/y = s'/s$$

Potencia de una lente

Se define como la inversa de la distancia focal y su valor se mide en m^{-1} o dioptrías.

$$P = 1 / f'$$

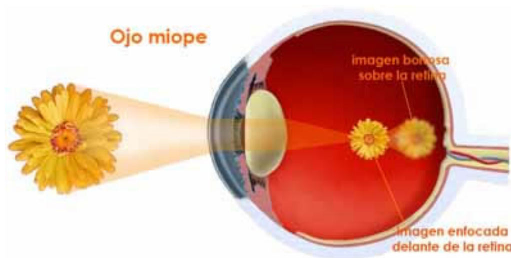
El ojo



El ojo normal (emétrope) recibe los rayos luminosos procedentes de objetos alejados enfocándolos sobre la retina.

El mismo enfoque tiene que hacerlo con los rayos procedentes de objetos cercanos para ello aumenta la potencia de la lente (cristalino) curvándose más por acción de los músculos correspondientes.

Ojo miope



Es un poco mayor de lo normal.

El **enfoque del punto lejano** se hace antes de la retina y los objetos quedan desenfocados sobre ella. Ve mal de lejos.

El defecto se corrige con el uso de **lentes divergentes** delante del ojo.

Ojo hipermétrope

El globo ocular tiene un tamaño un poco **inferior al normal**. El hipermétrope ve muy bien objetos alejados.

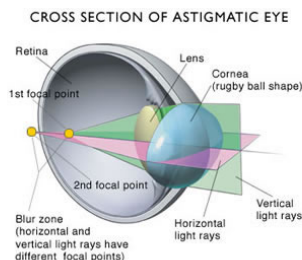
Sin embargo, para un objeto cercano (alrededor de 25 cm de la retina en el caso de una persona joven), éste queda enfocado **detrás de la retina**. En la retina está desenfocado. El hipermétrope ve mal de cerca.

Se corrige con el **uso de lentes convergentes** delante del ojo.



Farsighted Eye

Ojo astigmático



Una **córnea con una curvatura no esférica** (en este caso se indica como una curvatura de balón de rugby) provoca un enfoque diferente de los rayos verticales y horizontales.

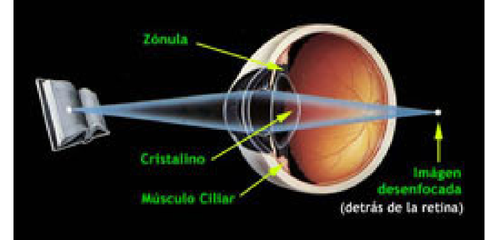
Para corregir el problema se **usan lentes cilíndricas convergentes o divergentes.**

cc BY NC ND

Ojo presbita

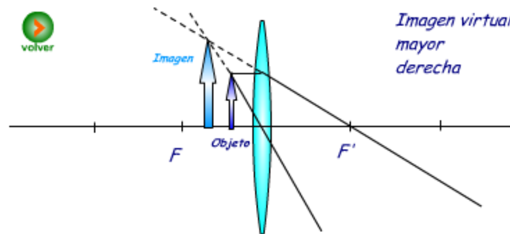
El **cristalino** con la edad (alrededor de los 40) **pierde elasticidad** y con ello capacidad de acomodar el **enfoque** (variando su potencia) en las **distancias cortas.**

Se corrige con el **uso de lentes convergentes.**



La lupa

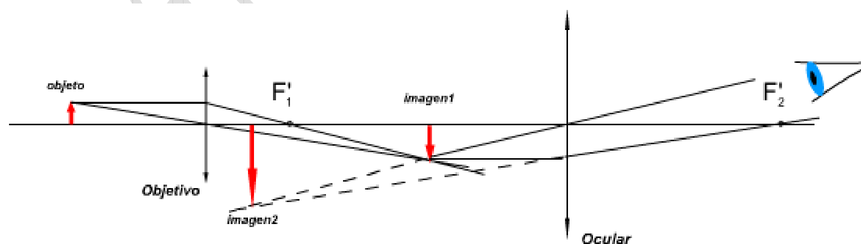




Se trata de una lente convergente. El objeto se coloca entre el foco y el centro de la lente. La imagen es virtual, mayor y derecha.

El microscopio

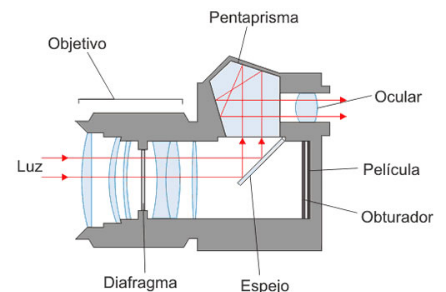
Consta de dos lentes convergentes. El objeto está próximo al objetivo y se mira por el ocular. La primera imagen se forma entre el ocular y el objetivo tal como se puede observar en la figura. Ya es mayor que el objeto, real e invertida. Como se forma entre el foco objeto y el centro del ocular, la imagen que origina es virtual mayor y derecha. Es decir se puede observar desde el ocular como si fuese una lupa.



La cámara reflex

La cámara **reflex** combina un **espejo** y un **pentaprisma** (en otros casos espejos) que permite que la imagen que entra por el objetivo sea exactamente la que se ve por el ocular eliminando de esta forma errores de paralaje.

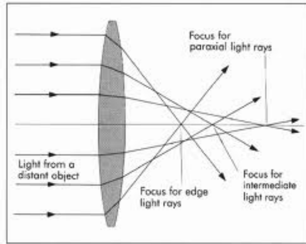
Cuando se pulsa el disparador el espejo se gira hacia arriba permitiendo el paso de la luz que impresiona la película o llega al sensor (CCD en el caso de las cámaras digitales). Esta es la razón por la que no se puede ver la imagen por el ocular en el



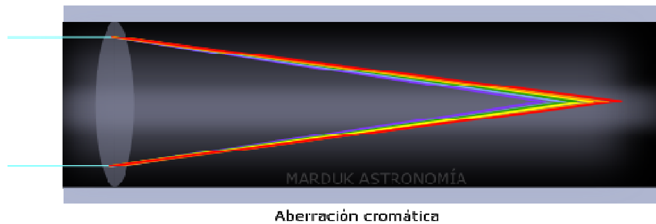
cc BY NC ND

momento del disparo.

Como se puede deducir la imagen ha de enfocarse en el interior de la cámara con lo que la lente o el conjunto de lentes que forman el objetivo ha de ser convergente. Además debe estar enfocado en la superficie de la película o del sensor.



Los rayos de luz que entran cerca del eje del objetivo (rayos paraxiales se enfocan perfectamente otro problema distinto es el que se produce cuando estos rayos están alejados del eje óptico produciéndose un enfoque de los mismos en puntos diferentes del enfoque de los rayos paraxiales. Se produce lo que se conoce como aberración esférica. Para evitar este problema se fabrican las lentes asféricas.

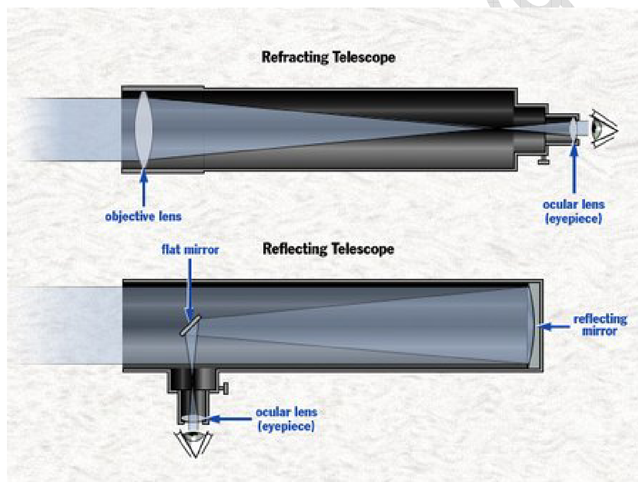


Aberración cromática



La aberración cromática se debe al diferente índice de refracción que tienen las lentes para los distintos colores lo que provoca su enfoque a diferentes distancias. Esto fuerza la aparición de fotografías desenfocadas para distintos colores. Ver ejemplo.

El telescopio



El telescopio más simple (de Galileo) está compuesto por dos lentes convergentes una en el objetivo y otra el ocular que forman una imagen del objeto lejano virtual e invertida.

Similar a la que se forma en el microscopio.

El telescopio reflector (de Newton) busca también el efecto de aumentar el tamaño de los objetos lejanos pero utilizando un espejo cóncavo y un espejo plano además de la lente del ocular.

OPTICA GEOMETRICA

FÍSICA





CLUB DE MATEMÁTICAS Y CIENCIAS
San Dieguito Tex. Méx. tel (01595) 9234043